



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 199 11 125 C 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 11 125.1-14  
㉑ Anmeldetag: 12. 3. 1999  
㉒ Offenlegungstag: -  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 11. 2000

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 21 D 26/02**  
B 26 F 3/00  
B 21 D 28/24  
B 21 D 28/34  
B 21 D 37/00  
// B21D 22/30

**DE 199 11 125 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:

Forschungsgesellschaft Umformtechnik mbH,  
70174 Stuttgart, DE

⑭ Vertreter:

Rumrich, G., Dipl.-Ing. Pat.-Ing., Pat.-Anw., 09116  
Chemnitz

⑰ Erfinder:

Siebert, Klaus, Prof. Dr.-Ing., 71063 Sindelfingen,  
DE; Schwager, Aribert, Prof. Dr.-Ing.habil., 71679  
Asperg, DE; Rieger, Ralf, Dipl.-Ing., 70734 Fellbach,  
DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

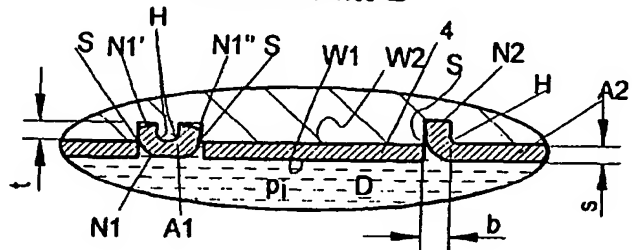
DE 43 22 061 C1  
DE 41 03 083 C1  
DE 197 24 037 A1  
DE 195 12 657 A1  
DE 40 35 625 A1

HANDGE, J.: Technik des  
Innenhochdruckumformens  
auf der Euro-Blech '96 in Hannover. In: Bänder  
Bleche Rohre 12, 1998, S. 30-32;

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Trennen oder Lochen eines Werkstücks unter Einfluß eines unter Hochdruck  
stehenden Druckmediums

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trennen oder Lochen unter Einfluß eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums und eine zugehörige Vorrichtung. Bei der Vorrichtung zum Trennen oder Lochen eines Werkstücks (4) unter Einfluß eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums (D) schließt sich an die erste Seite (W1) der Wandung des Werkstücks (4) ein Druckraum zur Erzeugung des Hochdruckes des Druckmediums (D) an, zu dem eine erste Druckmittelzuführung (10) führt und an der zweiten Seite (W2) der Wandung des Werkstücks (4), dem Druckraum gegenüberliegend, ist mindestens eine Schneidkante (S) in der Vorrichtung angeordnet. Bedarfsweise sind Mittel zum Auswerfen der ausgeschnittenen und/oder gelochten Werkstückbereiche vorgesehen. Erfindungsgemäß ist in geringem Abstand (b) zu der Schneidkante (S) eine Hilfskante (H) an der zweiten Seite (W2) der Wandung des Werkstücks (4) angeordnet. Die Schneidkante (S) und die Hilfskante (H) verlaufen entsprechend der zu erzeugenden Trennlinie. Verfahrensmäßig wird der zum Trennen erforderliche Druck (p<sub>i</sub>) des Druckmediums (D) entsprechend des Werkstückwerkstoffes, der Blechdicke (s) und des Abstandes (b) zwischen der Schneidkante (S) und der Hilfskante (H) ermittelt.

**Ausschnitt B**



**DE 199 11 125 C 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen oder Lochen eines Werkstücks unter Einfluß eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums nach dem Oberbegriff des ersten und 16. Patentanspruchs.

Das Innenhochdruck-Umformverfahren beruht darauf, einen Rohling, z. B. ein Rohr, in ein Werkzeug einzulegen, den Rohling beidseitig abzudichten und derart mit Druck zu beaufschlagen, daß sich der Rohling an die Werkzeuggravur anlegt und so deren Formkontur annimmt.

Eine Vorrichtung zum gleichzeitigen Herstellen mehrerer Teilhohlkörper gem. DE 43 22 061 C1 beschreibt eine Umformpresse mit mehreren Werkzeuganordnungen, denen jeweils ein von einer gemeinsamen Hochdruckquelle gespeister Druckzuführungsstößel zugeordnet ist. Dieser Vorrichtung kann man nach dem Umformen mehrere verschiedene Teilhohlkörper entnehmen, um diese anschließend zu einem Gesamthohlkörper zusammenzufügen. Die Vielzahl der Werkzeuganordnungen macht die Vorrichtung störungsanfällig und teuer. Dagegen sieht ein Verfahren zum Herstellen eines aus zwei Gehäuseteilen bestehenden rohrförmigen Gehäuses, insbesondere eines Ventilgehäuses (DE 195 12 657 A1), nur ein einziges Innenhochdruck-Umformwerkzeug vor. Die beiden Gehäuseteile werden darin zusammenhängend gefertigt, nach der Entnahme getrennt und schließlich mit korrespondierenden Gewinden versehen. Nach einem Herstellungsverfahren gemäß DE 41 03 083 C1 werden in einem Innenhochdruck-Umformwerkzeug zwei gleiche Metallrohrabzweige gefertigt und nach der Entnahme voneinander und von Rohrendabschnitten getrennt. Beiden Herstellungsverfahren ist gemeinsam, die Zwischenprodukte nach dem Innenhochdruck-Umformen handhaben und in einer weiteren Vorrichtung zu Endprodukten trennen zu müssen. Das Handhaben erfordert Zeit, verschiedene Vorrichtungen beeinträchtigen die Genauigkeit, beides verkörpert einen hohen Aufwand. In Handge, J., Technik des Innenhochdruckumformens auf der Euro-Blech '96 in Hannover und in Bänder, Bleche, Rohre 12, 1998, Seiten 30-32, wird ausgeführt, daß eine sogenannte Allformanlage bekannt ist, mit der es möglich sein soll, Profil- und Blechumformung durch Außen- und Innenhochdruck durchzuführen. Möglich sollen dabei Biegeumformungen, Vorformoperationen, Rohrendbearbeitungsvorgänge oder Trenn- und Fügevorgänge bis zum Fertigen Werkstück möglich sein.

Die konkreten technischen Ausführungen der Allformanlage werden dabei offen gelassen.

Zum Lochen eines Werkstückes, wobei das Werkstück als ein nach dem Innenhochdruckumformverfahren hergestellter Hohlkörper oder als blechförmiges Teil ausgebildet sein kann, wird eine Seite der Wandung des Werkstückes ebenfalls einem unter Hochdruck stehenden Druckmedium und die andere Seite der Einwirkung eines in einem Werkzeug geführten Stempels ausgesetzt, wobei der Stempel die Wandung entgegen des Hochdruckes des Druckmediums schneidet oder eine am Werkzeug ausgebildete umlaufende Schneidkante freigibt, an der die Wand unter dem Einfluß eines Hochdruckes geschnitten wird. Es findet eine Quelle zum Bereitstellen eines mit Hochdruck beaufschlagbaren Druckmediums und eine Druckzuführung zum Zuführen des Druckmediums in den Hochdruckraum Anwendung.

So wird gem. DE 40 35 625 A1 ein Verfahren zum Herstellen eines Durchbruches in der Wandung eines als Hohlkörper ausgebildeten Werkstückes und ein Werkzeug zur Durchführung des Verfahrens beschrieben, wobei das Werkzeug im Bereich des gewünschten Durchbruchs mit einem scharfkantig von der Bauteilwandung wegweisendem Hohl-

raum versehen ist, um die Wandung in Richtung dieses Hohlraums derart unter Druck setzen zu können, daß sie sich an der scharfen Kante schneidet. Bei einem weiteren bekannten Verfahren nach DE 43 22 063 C1 wird ein im Innenhochdruck-Umformwerkzeug geführter Stempel zunächst zum Zwecke des Vorschneidens gegen die unter maximalem Innendruck stehende Wand und anschließend zum Zwecke des vollständigen Ausschneidens gegen die unter verringertem Druck stehende Wand geführt. Der abgeschnittene Rest gelangt dabei in den Druckraum, aus dem er durch den erzielten Durchbruch wieder herausgedrückt werden muß. Um dies zu vermeiden, wird gem. DE 195 06 067 C1 mit einem Stempel in der Wandung zunächst eine Sollbruchstelle erzeugt und dann durch den Stempel am Werkzeug eine umlaufende Schneidkante freigegeben, an der sich die Wandung unter dem Einfluß des sich steigenden Innenhochdrucks endgültig auftrennt. Die DE 197 24 037 A1 offenbart ein Verfahren, das durch die kombinierte Anwendung eines mechanischen Schneidens entlang einer ersten Schneidkante und eines Innenhochdruckschneidens entlang einer zweiten Schneidkante gekennzeichnet ist. Unabhängig davon, ob das Ausschneiden des Durchbruchs von innen nach außen und/oder von außen nach innen erfolgt, ist allen Verfahren gemeinsam, daß sie eine große Schneidkraft, d. h., hohen Medien- und/oder hohen Stempeldruck erfordern. Weiterhin weisen die erzeugten Schnittkanten eine große Kantenformabweichung und eine große Grathöhe auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen oder Lochen unter Einfluß eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums zu schaffen, die den Handhabungs- und Vorrichtungsaufwand verringern und die bei geringerem Medien- und/oder Stempeldruck eine geringere Kantenformabweichung, eine kleinere Grathöhe und eine bessere Schnittfläche gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des 1. und 16. Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Dabei schließt sich an die erste Seite der Wandung des Werkstückes ein Druckraum zur Erzeugung des Hochdruckes des Druckmediums an, zu dem eine erste Druckmittelzuführung führt. An der zweiten Seite der Wandung, dem Druckraum gegenüberliegend, ist eine Schneidkante in der Vorrichtung angeordnet. Es sind bedarfsweise Mittel zum Auswerfen der ausgeschneidenden und/oder gelochten Werkstückbereiche vorgesehen. Erfindungsgemäß ist in geringem Abstand zu der Schneidkante eine Hilfskante an der zweiten Seite der Wandung des Werkstückes angeordnet. Schneidkante und Hilfskante verlaufen entsprechend der zu erzeugenden Trennlinie. Dabei werden die Schneidkante und die Hilfskante durch die in Richtung zur zweiten Seite der Wandung weisenden Kanten einer Nut gebildet. Es können mehrere Nuten vorgesehen sein, wobei jede Nut einer oder zwei Trennlinien entspricht. Die Hilfskanten zweier zueinander paralleler Nuten liegen vorzugsweise zwischen deren Schneidkanten. In der Nut ist zunächst keinerlei Zusatzwerkstoff angeordnet. Die Nutbreite wird entsprechend der Blechdicke und dem erforderlichen Druck des Druckmediums festgelegt und liegt in etwa in einem Bereich von 2 bis 10 mm.

Die Nuttiefe wird in Abhängigkeit von der Blechdicke und dem Werkstückwerkstoff gewählt und entspricht in etwa dem 0,3-fachen bis 5-fachen der Blechdicke. Die Nuttiefe kann auch über den Schnittlinienverlauf entsprechend der Blechdicke variieren. Zur Nut kann bedarfsweise eine zweite Druckmittelzuführung führen oder in der Nut ein oder mehrere in Richtung zum Werkstück bewegbare Auswerfer angeordnet sein. Es ist auch möglich, in der Nut ein Druckkissen z. B. in der Art eines mit Druck beaufschlagbaren, befüllbaren und dehnbaren Schlauches anzubringen.

Wird z. B. zuerst ein Innenhochdruckumformen eines Werkstückes durchgeführt, ist der im Schlauch herrschende Druck gleich oder größer im Vergleich zum Druck des Druckmediums zum Innenhochdruckumformen, so daß das Druckkissen die Nut zwischen Schneidkante und Hilfskante ausfüllt. Zum Trennen wird der Druck im Druckkissen gesenkt, so daß es hinter Schneid- und Hilfskante zurücktritt und die Werkstückwandung entlang der Schnittkante aufgetrennt wird. Nach dem erfolgten Trennen kann der Druck im Druckkissen erhöht und der Druck des Druckmediums verringert werden, so daß in die Nut eingepreßter Werkstückwerkstoff wieder aus der Nut herausgedrückt wird und das Werkstück leicht entformt werden kann.

Der zum Trennen erforderliche Druck des Druckmediums wird entsprechend des Werkstückwerkstoffes, der Bleckdicke  $s$  und des Abstandes  $b$  zwischen den Schneidkanten ermittelt. Der zum Trennen erforderliche Druck  $p_t$  des Druckmediums kann dabei beispielsweise durch Vorversuche ermittelt werden.

Es ist auch möglich, den zum Trennen erforderlichen Druck  $p_t$  nach der Formel

$$p_t = (2 \times s \times R_m \times f_s) : b_{\text{Nut}}$$

zu berechnen, wobei  $R_m$  die Zugfestigkeit des Werkstückwerkstoffes und  $f_s$  den empirischen Schneidkraftfaktor darstellt.

Das Trennen oder Lochen kann dabei bei allen Verfahren durchgeführt werden, bei welchem ein unter Hochdruck stehendes Druckmedium Anwendung findet. Es ist daher beim Innenhochdruckumformverfahren von Hohlkörpern und beim Hydroumformen von Blechen einsetzbar.

Dabei verbleibt das Bauteil nach dem Innenhochdruckumformen oder nach dem Hydroumformen im Umformwerkzeug und wird an zwei nahe voneinander beabstandeten Kanten in Form von Schneidkante und Hilfskante, die der Trennlinie oder der Kontur der zu erzeugenden Lochung folgen, z. B. durch Erhöhung des Druckes des Druckmediums getrennt. Die Schneidkante und die Hilfskante werden vorteilhafter Weise durch die in Richtung zum Werkstück liegenden Kanten einer Nut gebildet. Dabei befindet sich in der Nut keinerlei Zusatzwerkstoff. Es ist jedoch auch möglich, in die Nut ein Druckkissen einzubringen, um den Schneidzeitpunkt unabhängig von der Druckhöhe zu beeinflussen.

Neben dem Trennen oder Lochen eines Bauteils, nach dem Umformen durch den Druck eines Druckmediums (Hydroumformen bzw. Innenhochdruckumformen) ist es auch möglich, an ebenen Blechen oder an vorgeformten Bauteilen (z. B. Tiefziehteilen) lediglich eine Lochung oder einen Schnitt zu erzeugen. Dabei ist in einer Werkzeughälfte die Nut entlang der zu erzeugenden Kontur ausgebildet, das Bauteil wird an diese Werkzeughälfte angelegt und auf der anderen Seite des Bauteils wird der Druck eines Druckmediums aufgebracht, so daß das Werkstück nicht umgeformt, sondern lediglich an den Nutkanten getrennt wird.

Der in die Nut gedrückte Werkstoff kann entweder durch Auswerfer, durch den Gegendruck eines Druckmediums oder durch eine Druckbeaufschlagung des Druckkissens entfernt werden. Es ist auch möglich, entsprechende Greifrichtungen vorzusehen.

Dadurch entfallen sowohl zusätzliche Handhabungsvorgänge als auch zusätzliche Trennvorrichtungen außerhalb des Werkzeuges. Es können komplizierteste Schnittkanten oder Lochungen erzeugt werden, und dies nur durch Einführen einer entsprechenden Nut im Werkzeug. Es sind zum Trennen, Lochen oder Ausschneiden keine beweglichen Werkzeugelemente mehr erforderlich, die z. B. über Hy-

draulikzylinder abgestützt werden müssen. Ebene Bleche oder vorgeformte Teile können ebenfalls getrennt oder gelocht werden, ohne teure aktive Werkzeugelemente (z. B. Schneidstempel) und große Kräfte.

Die Hilfskante ist vorzugsweise mit einem Radius versehen, um ein definiertes Schneiden an der Schneidkante zu gewährleisten. Die Schneidkante wird in diesem Fall in Richtung des zu erzeugenden Bauteiles und die Hilfskante im Bereich des zu erzeugenden Ausschnittes bzw. Abfallbereiches liegen. Zum Erzeugen von zwei oder mehreren Bauteilen durch Trennen eines Werkstückes ist es auch möglich, eine Doppelnut im Werkzeug anzuordnen. Die beiden mit Radien versehenen Hilfskanten liegen dann nebeneinander und die beiden Schneidkanten in Richtung der zu erzeugenden Bauteile.

Es ist jedoch auch möglich, Hilfs- und Schneidkante identisch auszubilden, so daß an beiden Kanten getrennt wird; eine Doppelnut ist in diesem Fall nicht unbedingt erforderlich.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: ein geöffnetes Werkzeug mit einer eingefrästen ersten Nut entlang des Umfangs und mit einer zweiten Nut zum Ausschneiden eines Ausschnittes aus der Wandung des Werkstückes (Lochen),

Fig. 2: ein geschlossenes Werkzeug mit eingelegtem Werkstück vor dem Innenhochdruckumformen,

Fig. 3: ein geschlossenes Werkzeug mit Werkstück nach dem Innenhochdruckumformen und dem Trennen,

Fig. 4: den Ausschnitt B gem. Fig. 3,

Fig. 5: ein innenhochdruckumgeformtes Werkstück mit eingezeichneten Trennlinien,

Fig. 6: das getrennte innenhochdruckumgeformte Werkstück gem. Fig. 5,

Fig. 7: ein geschlossenes Werkzeug zum Lochen eines Bleches vor dem Lochen,

Fig. 8: das Werkzeug gem. Fig. 7 nach den Lochen,

Fig. 9: eine Platte mit aufgelegtem gelochten Werkstück in Draufsicht,

Fig. 10: ein Werkzeug mit einem darin befindlichen innenhochdruckumgeformten Werkstück mit einer Ausstülpung und Schnittkante entlang des Außendurchmessers der Ausstülpung,

Fig. 11: das Lochen des Bodens eines Werkstücks in Form eines Tiefziehteiles.

Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung zum Trennen und Lochen eines nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellten Hohlkörpers geht von einem Umformwerkzeug 1 aus, welches bekannter Weise aus einem Werkzeugoberenteil 2 und einem Werkzeugunterteil 3 besteht. Im Umformwerkzeug 1 sind Axialstößel 6 geführt, die an den Stirnseiten des Werkstücks 4 in Form eines Rohres anliegen und dieses längs der Rohrachse A nachschieben können. Sie sind gegenüber dem Umformwerkzeug 1 mit Dichtungsringen 8 abgedichtet. Ihre axial verlaufenden Druckmittelkanäle 10 führen über eine nicht dargestellte Steuereinrichtung an eine Hochdruckquelle. Das Umformwerkzeug 1 weist eine Werkzeuggravur 12 auf, an die sich das Werkstück 4 durch den Druck des Druckmediums anlegt. In die Werkzeuggravur 12 sind Nuten N1 und N2 eingebracht. Die Wandung des Werkstückes 4 weist zwei Seiten auf. Auf die erste Seite W1 der Wandung wirkt beim Trennen der Druck des Druckmediums, an der zweiten Seite W2 der Wandung (dem Druckmedium gegenüberliegend) liegen die Schneidkante und die Hilfskante an. Die Nut N1 ist nach dem Ausführungsbeispiel gem. Fig. 1 bis 4 als Doppelnut ausgebildet, bestehend aus einer Nut N1' und N1", die über den Um-

fang des Werkstückes 4 umlaufen. Jede Nut N1', N1" und N2 weist in Richtung zum Werkstück 4 eine Schneidkante S und eine Hilfskante H auf. Die Schneidkanten S der beiden Nuten N1', N1" liegen dabei in Richtung zu den zu erzeugenden beiden Werkstückteilen und die beiden Hilfskanten H zwischen den beiden Schneidkanten S. In Fig. 4 ist der vergrößerte Ausschnitt B gem. Fig. 3 dargestellt. Daraus erkennt man, daß die nebeneinanderliegenden Hilfskanten H einen Radius R aufweisen.

Die Wirkungsweise ist folgende:

Zunächst ist das Werkzeug 1 in Form eines Innenhochdruckumformwerkzeuges gem. Fig. 1 geöffnet. Es wird nun das Werkstück 4 in Form eines rohrförmigen Körpers eingelegt, beide Werkzeughälften 2, 3 geschlossen und mit den Axialstößeln 6 die Enden des Werkstückes 4 abgedichtet (Fig. 2). Über eine nicht dargestellte Steuereinrichtung und die durch die Axialstößel 6 reichende Druckmittelzuführung 10 wird nun Druckmedium D in das Werkstück 4 geleitet und mit Druck beaufschlagt. Der Druck des Druckmediums D wirkt auf die erste Seite W1 der Wandung des Werkstückes 4, wodurch sich dieses an die Gravur 12 anlegt. Gleichzeitig mit der Druckbeaufschlagung werden die Stößel 6 betätigt, um das Rohr (Werkstück 4) wahlweise axial nachzuführen.

Gem. Fig. 3 hat sich nach dem Innenhochdruckumformen das Werkstück 4 mit seiner zweiten Seite W2 an die Gravur 12 vollständig angelegt, so daß auch die Schneidkanten S und die Hilfskanten H an der zweiten Seite W2 der Werkstückwandung anliegen. Anschließend wird der Druck des Druckmediums D erhöht, und die Werkstückwandung an den auf ihrer zweiten Seite wirkenden Schneidkanten der Nuten N1', N1" und N2 aufgetrennt. Es erfolgt somit die radial umlaufende Trennung des Werkstückes 4 entsprechend der Nutform N1 und das Lochen der Werkstückwandung entsprechend der Nutform N2. Der Ausschnitt B gem. Fig. 3 nach dem Trennen wird in Fig. 4 dargestellt. Es ist ersichtlich, daß der Werkstückwerkstoff nur an den Schneidkanten S getrennt wird und der Werkstoff über den Radius R der Hilfskante H in die Nuten N1', N1", N2 gebogen wird. Zwischen den beiden Schneidkanten S der Nuten N1' und N1" ist ein Abfallstreifen A1 entstanden. Die Hilfskante H der Nut N2 liegt ebenfalls in Richtung des erzeugten Ausschnittes A2. Durch den an den Hilfskanten H ausgebildeten Radius R wird gewährleistet, daß immer zuverlässig an der Schneidkante S getrennt wird.

Das aus dem Werkzeug entnommene Werkstück 4 zeigen Fig. 4 und 5. In Fig. 5 ist der Verlauf der Schnittkanten entsprechend des Nutverlaufes der Nuten N1', N1" und N2 und in Fig. 6 das geteilte und gelochte Werkstück 4 dreidimensional dargestellt. Das Werkstück 4 wurde dabei umlaufend über den Umfang getrennt, so daß zwei Werkstückhälften 4a und 4b entstanden sind. In Fig. 5 ist nochmals ersichtlich, daß zwischen den beiden Werkstückhälften ein Abfallstreifen A1 und im Bereich der Lochung ein Ausschnitt A2 entstanden ist.

Eine Variante zum Lochen ebener Bleche wird in den Fig. 7 und 8 gezeigt. In der oberen Werkzeughälfte 2 des Werkzeuges 1 ist ein Druckraum 2.D vorgesehen, zu welchem die Druckmittelzuführung 10 führt. Das Blech (Werkstück 4) liegt gem. Fig. 7 im geschlossenen Werkzeug 1 auf der unteren Werkzeughälfte 3 auf. In die untere Werkzeughälfte 3 ist ein Einsatz in Form einer Schnittplatte P eingelegt, in welchem Nuten N1, N2, entsprechend der zu erzeugenden Schnittkontur eingebracht sind. In Richtung der ersten Seite W1 des Werkstückes 4 ist somit der Druckraum 2.D und diesem gegenüberliegend auf der zweiten Seite W2 des Werkstückes 4 die Schneid- und Hilfskante S, H der Nuten N1, N2 angeordnet. Zum Trennen wird nun das in den Druckraum 2.D geleitete Druckmedium D mit Druck beaufschlagt und

gem. Fig. 8 das Werkstück W an den Schnittkanten S und an der Hilfskante H getrennt, wenn die Hilfskante, wie in diesen Fall keinen Radius aufweist, sondern ebenfalls als Schneidkante ausgebildet ist. Die obere Werkzeughälfte 2 weist im Randbereich eine Dichtung 8 auf. Zu den Nuten N1, N2 führen ebenfalls Druckmittelzuführungen 10', durch welche nach dem Trennen Druckmittel in die Nuten N1, N2 geleitet wird. Dadurch werden die erzeugten Abfallstreifen A1, A2 aus den Nuten N1, N2 gedrückt (ausgeworfen). Der Einsatz gem. Fig. 7 und 8 mit im Blech (Werkstück 4) erzeugten Ausschnitten 4.1, 4.2 in der Draufsicht wird in Fig. 9 gezeigt. Durch einfaches Auswechseln dieser Platte P gegen eine andere Platte mit neuem Nutverlauf kann eine andere Schnittkontur erzeugt werden.

Ein Ausführungsbeispiel eines innenhochdruckumgeformten Werkstückes 4 mit einer Ausstülpung und mit einer Nut N1 und einer Schnittkante S entlang des Außendurchmessers der Ausstülpung zeigt Fig. 10. Im Bereich der Ausstülpung ist ein Stützstempel 12 vorgesehen. Um zu vermeiden, daß bereits während des Innenhochdruckumformens Werkstoff in die Nut gepreßt wird, ist in der Nut ein Stützkissen 13 angeordnet. Beim Innenhochdruckumformen ist das Stützkissen mit Druck beaufschlagt und füllt die Nut N1 aus. Der Druck im Stützkissen entspricht dabei zumindest dem Druck des Druckmediums. Zum Trennen wird der Druck im Stützkissen verringert, so daß es hinter die Schneidkante der Nut zurücktritt und der Werkstoff des Werkstückes 4 an der Schneidkante S aufgetrennt wird. Anschließend wird der Druck des Druckmediums im Druckraum des Werkstückes verringert und der Druck im Stützkissen wieder erhöht, so daß mit dem Stützkissen der in der Nut N1 befindliche Werkstoff aus dieser wieder herausgedrückt wird. Über einen nicht dargestellten Regelkreis werden dabei die entsprechenden Drücke eingestellt.

Das Lochen des Bodens eines Tiefziehteiles ist in Fig. 11 dargestellt. Das napfförmige tiefgezogene Werkstück 4 wurde dazu in ein Werkzeug 1 mit einer Aussparung im Werkzeugunterteil 3 entsprechend des Napfes eingelegt. Im Bodenbereich des Werkzeugunterteils 3 ist eine Nut N1 mit Schneidkante S eingebracht. Das Werkzeugoberteil 2 wurde druckmitteldicht auf den Flansch des Werkstückes 4 gepreßt. Durch das Werkzeugoberteil 2 führt eine Druckmittelzuführung zum Innenraum des Napfes (Werkstück 4). Durch Zuführung und Druckbeaufschlagung mittels Druckmedium D wird der Boden des Werkstückes 4 entsprechend des Verlaufes der Schneidkante S der Nut N2 aufgetrennt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trennen oder Lochen eines Werkstückes unter Einfluß eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums, wobei sich an die erste Seite der Wandung des Werkstückes ein Druckraum zur Erzeugung des Hochdruckes des Druckmediums anschließt, zu dem eine erste Druckmittelzuführung führt und an der zweiten Seite der Wandung des Werkstückes, dem Druckraum gegenüberliegend, mindestens eine Schneidkante in der Vorrichtung angeordnet ist und bedarfsweise Mittel zum Auswerfen der ausgeschnittenen und/oder gelochten Werkstückbereiche vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß in vorbestimmtem Abstand (b) zu der Schneidkante (S) eine Hilfskante (H) angeordnet ist, wobei die Schneidkante (S) und die Hilfskante (H) entsprechend der zu erzeugenden Trennlinie verlaufen und durch die in Richtung zur zweiten Seite (W2) der Wandung weisenden Kanten einer Nut (N1, N1', N1", N2) gebildet werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß mehrere Nuten (N1, N1', N1'', N2) vorgesehen sind, wobei jede Nut (N1, N1', N1'', N2) einer oder zwei Trennlinien entspricht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfskanten (H) zweier zueinander paralleler Nuten (N1', N1'') zwischen deren beiden Schneidkanten (S) liegen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Nutbreite (b) entsprechend der Blechdicke (s) und der erforderlichen Höhe des Innendruckes (p<sub>i</sub>) festgelegt ist und in etwa in einem Bereich von 2 bis 10 mm liegt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuttiefe (t) in Abhängigkeit von der Blechdicke (s) und dem Werkstückwerkstoff festgelegt wird und in etwa in einem Bereich vom 0,3fachen bis 5fachen der Blechdicke (s) liegt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuttiefe (t) dem Verlauf der Blechdicke (s) angepaßt ist derart, daß sie sich bei einer größeren Blechdicke (s) erhöht und bei geringerer Blechdicke (s) verringert.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfskante (H) einen Radius aufweist und nicht zum Trennen dient.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfskante (H) als Schneidkante ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Nut (N1, N2) eine zweite Druckmittelzuführung (10') führt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nut (N1) ein mit einem Druck (p<sub>1</sub>) beaufschlagbares Druckkissen (13) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckkissen (13) bei Druckbeaufschlagung mit dem Druck (p<sub>1</sub>) die Nut (N1) ausfüllt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nut (N1) ein oder mehrere in Richtung zum Werkstück (4) bewegbare Auswerfer angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennlinie geschlossen und über den Umfang eines rohrförmigen Körpers als Werkstück (4) umlaufend ausgebildet ist, so daß durch das Trennen mindestens zwei Teile (4a, 4b) gebildet werden.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennlinie geschlossen aber nicht umlaufend über den Umfang ausgebildet ist, so daß durch das Trennen ein Ausschnitt erzeugt wird.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche von 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennlinie nicht geschlossen ist, so daß eine Verbindung mit dem Ausgangsteil bestehen bleibt und durch das Trennen Trennlinien in der Art von Schlitzten, Laschen oder Kiemen erzeugt werden.

16. Verfahren zum Trennen oder Lochen eines Werkstücks unter Einfluß eines unter Hochdruck stehenden Druckmediums, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennen oder Lochen unter Anwendung mindestens einer Schneidkante (S) und einer in vorbestimmtem Abstand (b) angeordneten Hilfskante (H), die entsprechend der zu erzeugenden Trennlinie verlaufen und durch die in Richtung des Werkstückes (4) weisenden Kanten einer Nut (N1, N1', N1'', N2) gebildet werden,

erfolgt und der zum Trennen oder Lochen erforderliche Druck (p<sub>i</sub>) des Druckmediums entsprechend des Werkstückwerkstoffes, der Blechdicke (s) und des Abstandes (b) zwischen der Schneidkante (S) und der Hilfskante (H) ermittelt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Trennen erforderliche Druck (p<sub>i</sub>) nach der Formel

$$p_i = (2s(\text{mm}) \times R_m(\text{N/mm}^2) \times f_s) : b(\text{mm})$$

berechnet wird, wobei (R<sub>m</sub>) die Zugfestigkeit des Werkstückwerkstoffes; (f<sub>s</sub>) ein empirischer Schneidkraftfaktor und (b) die Nutbreite ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Schneidkante (S) und Hilfskante (H) ein den Zwischenraum zwischen Schneidkante (S) und Hilfskante (H) ausfüllendes und mit Druck beaufschlagbares und befüllbares Druckkissen (13) zuerst mit einem Druck (p<sub>1</sub>) größer oder gleich dem Druck des Druckmediums beaufschlagt wird, und daß zum Trennen der Druck (p<sub>1</sub>) im Druckkissen (13) verringert wird, so daß das Druckkissen (13) die Schneidkante (S) und die Hilfskante (H) freigibt und das Werkstück (4) durch den Druck (p<sub>i</sub>) des Druckmediums an der Schneidkante (S) und/oder an der Hilfskante (H) getrennt wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

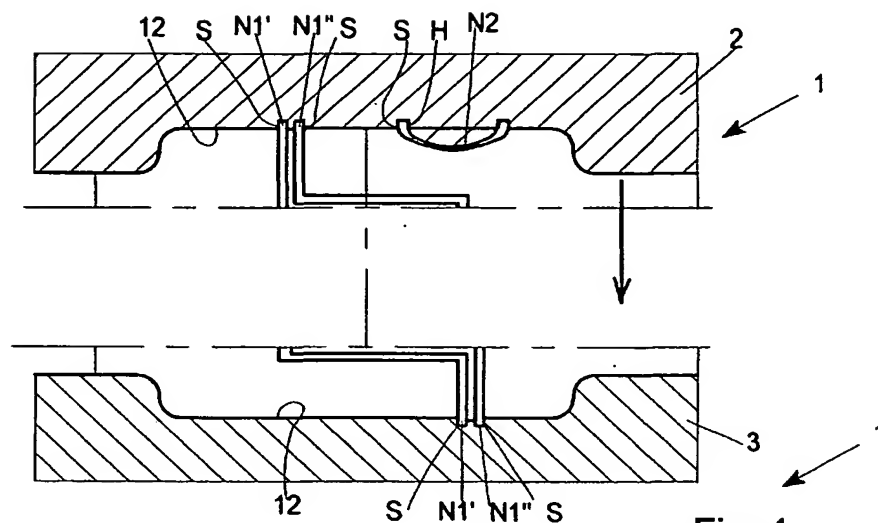


Fig. 1

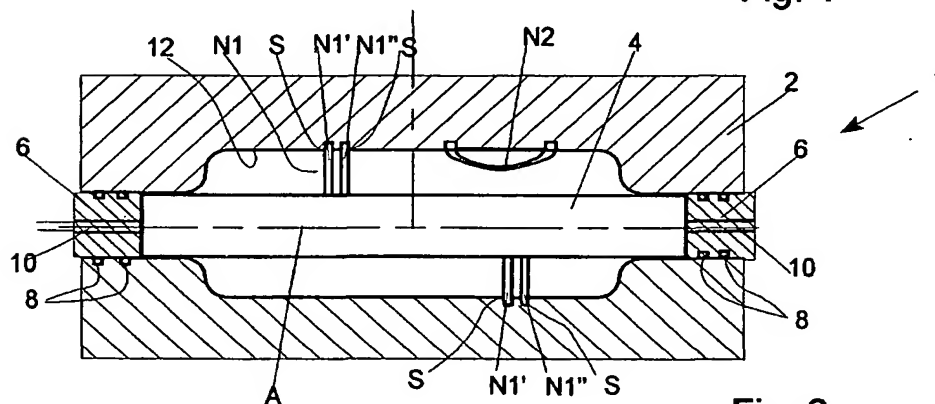


Fig. 2

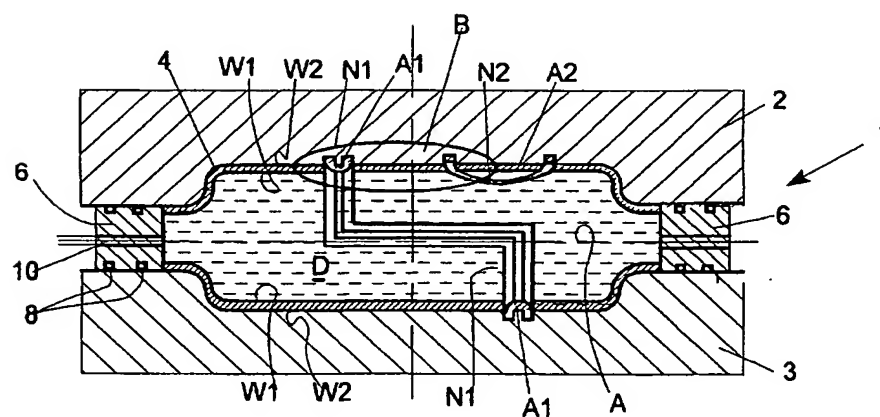
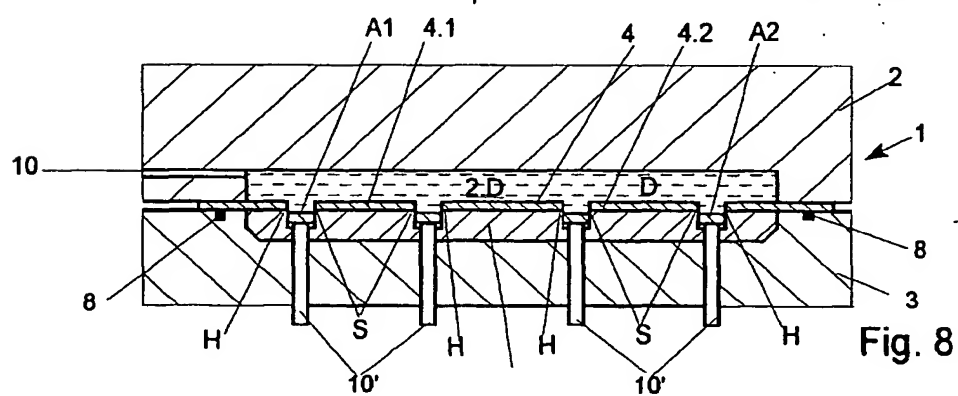
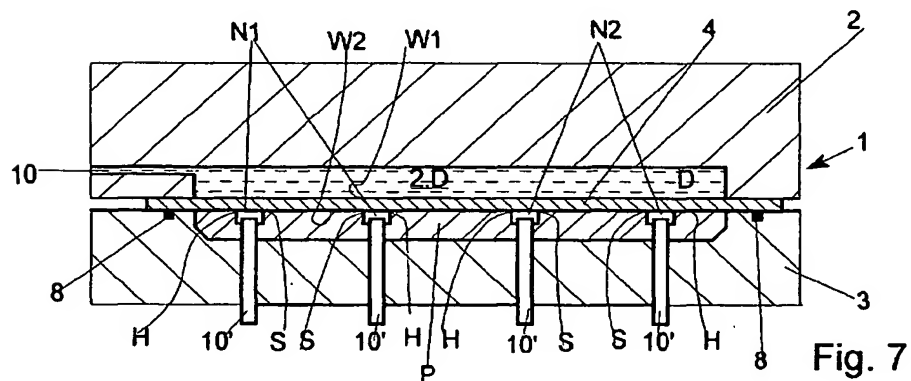
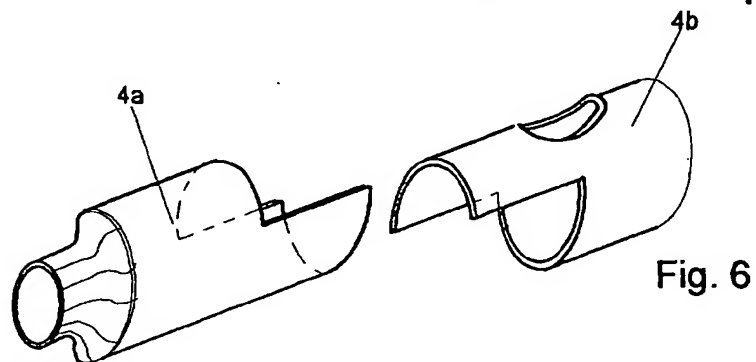
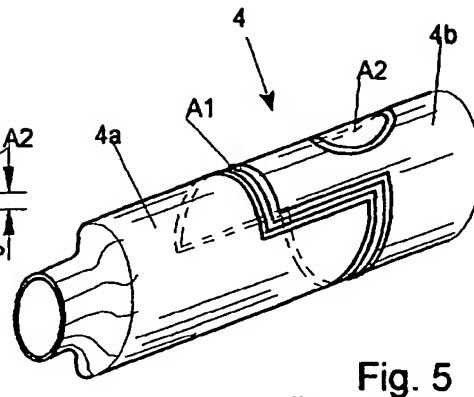
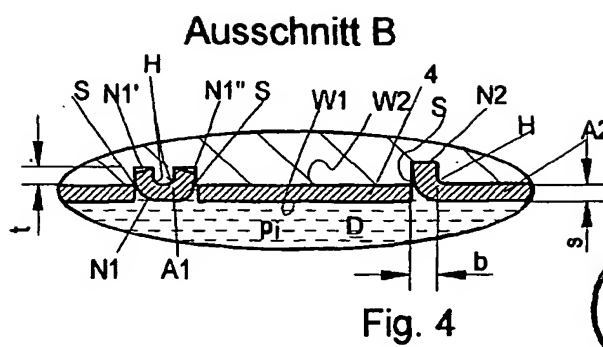


Fig. 3



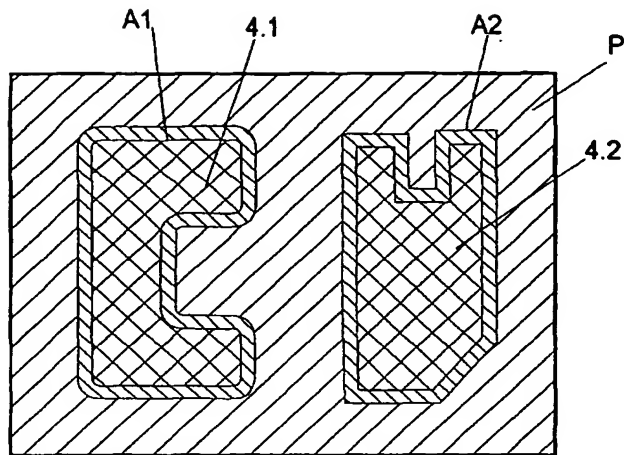


Fig. 9

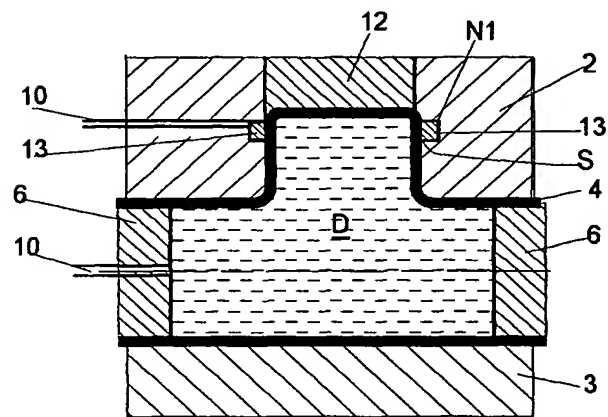


Fig. 10

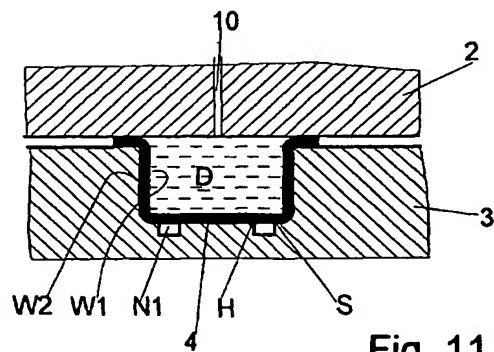


Fig. 11